به نام خدا

دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

# تمرین کامپیوتری اول

## شبکه‌های کامپیوتری

### دکتر خونساری

**اعضای گروه:**

- **علی قنبری** **۸۱۰۱۹۹۴۷۳**
- **اهورا شیری** **۸۱۰۱۹۸۵۵۵**

پاییز ۰۳-۱۴۰۲

کد های اسکریپت را توضیح میدهیم :

```
if { $argc != 1 } {
   puts "The congestion.tcl script requires tcp congestion algorithm name
as input"
   puts "For example, ns congestion.tcl Newreno"
   puts "Please try again."}
```

چک میکند آیا این اسکریپت با یک آرگومان اجرا شده است یا خیر. اگر با یک آرگومان چاپ نشده بود ، ارور بالا را چاپ میکند.

```
  if { [lindex $argv 0] == "Tahoe" } {
     set CONGESTION_ALGORITHM "TCP"
  } else {
     set CONGESTION_ALGORITHM "TCP/[lindex $argv 0]"}
```

اگر اسکریپت، یک آرگومان دریافت کرد و چک میکند آیا پروتکل Tahoe هست یا خیر . و در صورت بودن یا نبودن، مسیر مناسب را ست میکند.

```
set ns [new Simulator]
```

یک شی از کلاس Simulator ایجاد میکند. و به متغیر ns، assign میکند.

```
set namfile [open congestion.nam w[
$ns namtrace-all $namfile
set tracefile [open congestion.tr w[
$ns trace-all $tracefile
```

دو فایل رهگیری (trace) را راه اندازی میکند، یکی برای nam congestion.nam و دیگری برای رهگیری عمومی شبیه سازی عمومی (congestion.tr). شبیه‌ساز (ns) برای ردیابی رویدادها در این فایل‌ها پیکربندی شده است و رکوردی از شبیه‌سازی برای تجزیه و تحلیل ارائه می‌کند.

```
proc finish{} {
    global ns namfile tracefile
$ns flush-trace
    close $namfile
    close $tracefile
    exit 0   }
```

تابع finish در پایان شبیه‌سازی شبکه فراخوانی می‌شود. اطلاعات ردیابی را پاک می کند، فایل های nam و ردیابی کلی را می بندد و سپس از اسکریپت خارج می شود.

```
set n1 [$ns node]
set n2 [$ns node]
set n3 [$ns node]
set n4 [$ns node]
set n5 [$ns node]
set n6 [$ns node]
```

۶ گره به ترتیب ۱ تا ۶ در شبکه تعریف میکنیم . (همان هاست ها هستند) گره ۳ و ۴ روتر هستند.

```
$set rng [new RNG]
$rng seed 0
```

یک شی اعداد تصادفی (RNG) ایجاد می کند، seedآن را ۰ می کند و شی RNG را به متغیر rng اختصاص می دهد.

```
$set n2_n3_delay [new RandomVariable/Uniform]
$n2_n3_delay set min_ 5
$n2_n3_delay set max_ 25
$n2_n3_delay use-rng $rng

$set n4_n6_delay [new RandomVariable/Uniform]
$n4_n6_delay set min_ 5
$n4_n6_delay set max_ 25
$n4_n6_delay use-rng $rng
```

۲ متغیر تصادفی به نام n2_n3_delay و n4_n6_delay را با توزیع یکنواخت بین ۵ تا ۲۵ ایجاد میکند. و آن هارا اجرا میکند.

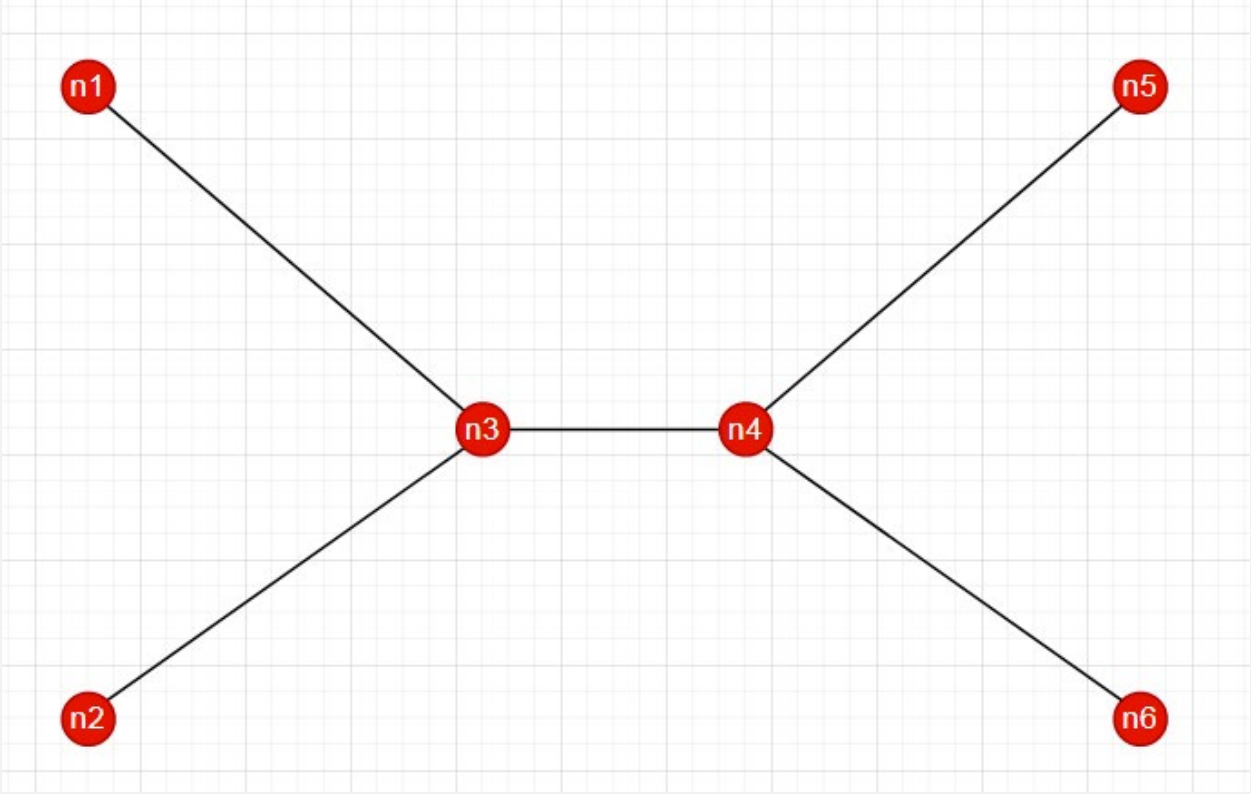
```
$ns duplex-link $n1 $n3 100Mb 5ms DropTail
$ns duplex-link $n2 $n3 100Mb [expr [$n2_n3_delay value]]ms DropTail
$ns duplex-link $n3 $n4 100kb 1ms DropTail
$ns duplex-link $n4 $n5 100Mb 5ms DropTail
$ns duplex-link $n4 $n6 100Mb [expr [$n4_n6_delay value]]ms DropTail
```

لینک های ۲ طرفه موجود بین گره هارا تعریف میکند (طبق مشخصات صورت پروژه ظرفیت ها و تاخیر آن ها انتخاب شده است ) همچنین الگوریتم مدیریت صف ، **DropTail** می باشد.
و برای لینک گره های ۲-۳ و ۴-۶ از متغیر تصادفی که در بالا تعریف شده بود ، استفاده کردیم.

```
$ns duplex-link-op $n1 $n3 orient right-down
$ns duplex-link-op $n2 $n3 orient right-up
$ns duplex-link-op $n3 $n4 orient right
$ns duplex-link-op $n4 $n5 orient right-up
$ns duplex-link-op $n4 $n6 orient right-down
$ns duplex-link-op $n3 $n4 queuePos 0.5
```

این دستورات برای تعیین پارامترهای عملیاتی اضافی برای لینک های دوطرفه در شبیه سازی شبکه، مانند جهت گیری و موقعیت صف. این پارامترها می توانند برای تجسم و تحلیل رفتار شبکه در طول شبیه سازی مهم باشند.
دستور آخر موقعیت صف لینک دو طرفه بین گره های n3 و n4 را روی ۰.۵ تنظیم می کند. این می تواند موقعیت صف را در امتداد لینک نشان دهد.

شکل (توپولوژی) شبکه ای که تعین کردیم به شکل زیر است:



```
$ns queue-limit $n3 $n1 10
$ns queue-limit $n3 $n2 10
$ns queue-limit $n3 $n4 10
$ns queue-limit $n4 $n3 10
$ns queue-limit $n4 $n5 10
$ns queue-limit $n4 $n5 10
$ns queue-limit $n4 $n6 10
```

سایز و محدودیت های صف ها لینک ها را تعریف میکنیم.

```
$set tcp1 [new Agent/$CONGESTION_ALGORITHM]
$tcp1 set ttl_ 64
$tcp1 set fid_ 1
$ns attach-agent $n1 $tcp1
```

این کد یک عامل TCP با یک الگوریتم کنترل تراکم مشخص ایجاد می کند و آن را به گره **n1** در شبیه سازی شبکه متصل می کند.همچنین TTL بسته ها (Time-to-Live ) به ۶۴ ست شده و نیز شناسه جریان آن (flow identifier = fid ) به ۱ برای tcp1 ست شده است.

TTL برای محدود کردن تعداد hop هایی که یک بسته می تواند در یک شبکه طی کند ، استفاده می شود. خط آخر نیز عامل TCP به نام tcp1 را به گره n1 متصل میکند.عامل را به یک گره خاص در شبیه سازی ارتباط میدهد، که نشان می دهد که عامل در حال ارسال یا دریافت ترافیک از آن گره است.

```
$set tcp2 [new Agent/$CONGESTION_ALGORITHM]
$tcp1 set ttl_ 64
$tcp1 set fid_ 2
$ns attach-agent $n2 $tcp2
```

این کد یک عامل TCP با یک الگوریتم کنترل تراکم مشخص ایجاد می کند و آن را به گره **n2** در شبیه سازی شبکه متصل می کند.همچنین TTL بسته ها (Time-to-Live ) به ۶۴ ست شده و نیز شناسه جریان آن (flow identifier = fid ) به 2 برای tcp2 ست شده است.

TTL برای محدود کردن تعداد hop هایی که یک بسته می تواند در یک شبکه طی کند ، استفاده می شود. خط آخر نیز عامل TCP به نام tcp2 را به گره n2 متصل میکند.عامل را به یک گره خاص در شبیه سازی ارتباط میدهد، که نشان می دهد که عامل در حال ارسال یا دریافت ترافیک از آن گره است.

```
$set sink1 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n5 $sink1
$set sink2 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n6 $sink2
```

سینک TCP مؤلفه ای است که برای دریافت و پردازش ترافیک TCP استفاده می شود، به عنوان مقصد یا نقطه پایانی برای ارتباط TCP عمل می کند. هدف اولیه TCP سینک ، دریافت بسته های TCP و ارائه مکانیزمی برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها است.

در این کد گره های نهایی (مقصد) توسط عامل TCP تعین میشوند (یعنی گره n5 و گره n6)

```
$ns connect $tcp1 $sink1
$ns connect $tcp2 $sink2
```

در این کد بین فرستنده و گیرنده ترافیک با پروتکل tcp برقرار میشود. در حقیقت tcp agent ها یا عامل های tcp به سینک ها (گیرنده ها ) وصل میشود.

```
$set ftp1 [new Application/FTP]
$ftp1 attach-agent $tcp1
$set ftp2 [new Application/FTP]
$ftp2 attach-agent $tcp2
```

یک کاربرد FTP به نام ftp1 ایجاد میکنیم . سپس این کاربرد را به عامل tcp (tcp1) مرتبط میکنیم . در حقیقت داریم FTPرا روی TCP برای ارتباطات آن ، سوار میکنیم. برای ftp2 نیز همین سناریو را انجام میدهیم.

```
$ns at 0.0 "$ftp1 start"
$ns at 0.0 "$ftp2 start"
$ns at 1000.0 "$ftp1 stop"
$ns at 1000.0 "$ftp2 stop"
$ns at 1000.0 "finish"
```

کد بالا برنامه ریزی جریان شبکه را انجام میدهد.متود start کاربرد ftp1 درزمان ۰.۰ اجرا میشود. یعنی ftp1 در زمان ۰ شروع به کار میکند.برای ftp2 نیز همینطور است. در زمان ۱۰۰۰ نیز ۲ کاربرد بالا متوقف میشوند و ترافیک ها از بین میروند.
در خط آخر ، تابع finish در زمان ۱۰۰۰ فراخوانده میشود. این تابع ، شبیه سازی را به پایان میرساند.

```
proc plotCwnd {tcpSource outfile} {
  global ns
  set now [$ns now]
  set cwnd_ [$tcpSource set cwnd_]

  puts  $outfile  "$now,$cwnd_"
  $ns at [expr $now + 1] "plotCwnd $tcpSource $outfile"
}

set cwndTcp1File [open "cwnd1.csv" w]
set cwndTcp2File [open "cwnd2.csv" w]
puts  $cwndTcp1File  "time,cwnd"
puts  $cwndTcp2File  "time,cwnd"
$ns at 0.0  "plotCwnd $tcp1 $cwndTcp1File"
$ns at 0.0  "plotCwnd $tcp2 $cwndTcp2File"
```

رسم داده های plotCwnd :

تابع (plotCwnd) را تعریف می کند و مقادیر پنجره ازدحام TCP را برای دو منبع tcp1 و tcp2 در شبیه سازی شبکه تنظیم می کند.

```
proc plotGoodput {tcpSource prevAck outfile} {
  global ns
  set now [$ns now]
  set ack [$tcpSource set ack_]

  puts  $outfile  "$now,[expr ($ack - $prevAck) * 8]"
  $ns at [expr $now + 1] "plotGoodput $tcpSource $ack $outfile"
}

set goodputTcp1File [open "goodput1.csv" w]
set goodputTcp2File [open "goodput2.csv" w]
puts  $goodputTcp1File  "time,goodput"
puts  $goodputTcp2File  "time,goodput"
$ns at 0.0  "plotGoodput $tcp1 0 $goodputTcp1File"
$ns at 0.0  "plotGoodput $tcp2 0 $goodputTcp2File"
```

رسم داده های goodput :

تابع plotGoodput برای گرفتن زمان شبیه‌سازی فعلی، مقدار تأیید (ack) یک منبع TCP مشخص (tcpSource) و مقدار تأیید قبلی (prevAck) تعریف شده است.

goodput (نرخ انتقال داده) را به عنوان تفاوت بین مقدار ACK فعلی و مقدار ACK قبلی ضرب در ۸ (برای تبدیل از بایت به بیت) محاسبه می کند.

این کد مکانیزمی را برای رسم و ثبت مداوم مقادیر goodput (نرخ انتقال داده) دو منبع tcp1 و tcp2 در طول شبیه سازی تنظیم می کند. تابع plotGoodput برنامه ریزی شده است که به صورت دوره ای فراخوانی شود ( در ثانیه $now +1 ) و اطلاعات ضبط شده برای جداسازی فایل های خروجی (goodput1.csv و goodput2.csv) نوشته می شود.

```
proc plotRTT {tcpSource outfile} {
  global ns
  set now [$ns now]
  set rtt_ [$tcpSource set rtt_]

  puts  $outfile  "$now,$rtt_"
  $ns at [expr $now + 1] "plotRTT $tcpSource $outfile"
}

set rttTcp1File [open "rtt1.csv" w]
set rttTcp2File [open "rtt2.csv" w]
puts  $rttTcp1File  "time,rtt"
puts  $rttTcp2File  "time,rtt"
$ns at 0.0  "plotRTT $tcp1 $rttTcp1File"
$ns at 0.0  "plotRTT $tcp2 $rttTcp2File"
```

رسم داده های RTT :

این کد مکانیزمی را برای رسم و ثبت مقادیر پیوسته زمان رفت و برگشت (RTT) دو منبع tcp1 و tcp2 در طول شبیه سازی تنظیم می کند. رویه plotRTT برنامه ریزی شده است که به صورت دوره ای فراخوانی شود و اطلاعات ضبط شده برای جداسازی فایل های خروجی (rtt1.csv و rtt2.csv) نوشته می شود.

```
$ns run
```

اجرای شبیه سازی شبکه توسط ns2 . شبیه سازی تا زمانی که کامل شود یا تا زمانی که به زمان شبیه سازی مشخصی برسد اجرا می شود.